

明 細 書

光情報記録方法および光情報記録媒体

技術分野

- [0001] 本発明は、空間的に変調することで情報を担持した情報光と記録用参照光とを光記録媒体に照射して、光記録媒体の情報記録層において干渉させ、当該干渉パターンによって情報を記録する光情報記録方法および光情報記録媒体に関する。

背景技術

- [0002] ホログラフィを利用して記録媒体に情報を記録するホログラフィック記録は、一般的に、イメージ情報を持った情報光と参照光とを記録媒体の内部で重ね合わせ、そのときにできる干渉縞パターンを記録媒体に書き込むことによって行われる。記録された情報の再生時には、その記録媒体に参照光を照射することにより、干渉縞パターンによる回折によりイメージ情報が再生される。
- [0003] 近年、ホログラフィック記録において、超高密度のデータ密度とするために、ボリュームホログラフィ、特にデジタルボリュームホログラフィが実用域で開発され注目を集めている。ボリュームホログラフィとは、記録媒体の厚み方向も積極的に活用して、3次元的に干渉縞を書き込む方式であり、デジタルボリュームホログラフィとは、ボリュームホログラフィと同様の記録媒体と記録方式を用いつつも、記録するイメージ情報は2値化したデジタルパターンに限定した、コンピュータ指向のホログラフィック記録方式である。このデジタルボリュームホログラフィにおいては、例えばアナログ的な絵のような画像情報も、一旦デジタル化して、2次元デジタルパターン情報に展開し、これをイメージ情報として記録する。再生時は、このデジタルパターン情報を読み出してデコードすることで、元の画像情報に戻して表示する。これにより、再生時にSN比（信号対雑音比）が多少悪くても、微分検出を行ったり、2値化データをコード化しエラー訂正を行ったりすることで、極めて忠実に元の情報を再現することが可能になる。
- [0004] ボリュームホログラフィによるホログラム記録層への記録の一例は、記録すべき情報を担持する情報光と記録用参照光とがホログラム記録層内において厚み方向の干渉

縞を生じるように透明基板側から同時に所定時間照射し、ホログラム記録層内に干渉縞パターンを立体的に定着せしめることによって情報を立体的なホログラムとして記録している(特許文献1および特許文献2)。

[0005] また、光情報記録方法としては、情報光と記録用参照光とを異なる角度の光軸上に配置して記録する方法と、同軸上に配置して記録する方法がある。

[0006] 前記のようなボリュームホログラフィにより適しているものとして情報光と記録用参照光とを同軸上に配置した記録方法が注目されている(たとえば、特許文献3参照)。

[0007] 特許文献1:特開平11-311938号公報

特許文献2:特開2003-99952号公報

特許文献3:特開平10-124872号公報

特許文献4:米国特許第5638193号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、前記特許文献3に記載するような情報光と記録用参照光とを同軸上に配置した記録方法においては、一旦記録した光記録媒体からの記録情報の複製が非常に困難であるという問題点があった。

[0009] 現在普及しているCDやDVDでは、記録したい情報を凹凸ピットとして形成した原盤となるマスターを作製し、マスターを用いたプラスチック射出成形技術(インジェクションモールドイング)によって転写することで、一回の処理で複製することが可能であった。このため、CDやDVDは、大量生産することができ、世界中で普及しているのである。

[0010] 他方、ホログラフィック記録は、干渉縞を記録するものであるから、プラスチック射出成形技術等によって成形することができるものではなかった。従来、 m 個の情報(ホログラム)を光記録媒体に記録する場合、情報光の持つイメージ情報を m 回変更し、その都度、情報光と記録用参照光を照射して光記録媒体中で重ね合わせて情報(ホログラム)を記録しなければならなかった。そして、同じ情報を記録した光記録媒体を複製したい時も、また m 回情報光と記録用参照光を照射して記録する必要があったのである。このため、ホログラフィック記録した光記録媒体は、大量生産には適していな

いものであった。

- [0011] また、ポリウムホログラフィを行う多重記録の方式として、水平方向に照射位置の一部を重ねてずらすシフト多重記録方式と、情報光または／および記録用参照光の記録媒体への入射角度を変化させる角度多重記録方式などがあるが、それぞれ次のような問題点があった。
- [0012] 従来の角度多重記録方式においては、同じ照射領域中に入射角度を変えて複数回レーザービームを照射するため、レーザービームの強度も角度に合わせて毎回調節しなければならなかった。たとえば、多重度が m で、照射領域数が n の場合、 $m \times n$ 回のレーザービームの強度と入射角の調節が必要であった。また、記録媒体のホログラム記録層に書き込まれた干渉縞を安定化させるために時間が必要な場合は、連続して照射できず、書き込み時間が長くなっていた。更に、従来の角度多重記録方式は、情報を書き込む際に光記録媒体を停止させて一つの照射領域に複数の情報を書き込み、その照射領域への書き込みが終了すると光記録媒体を移動もしくは回転させていたため、移動もしくは回転の停止と始動に時間がかかり、転送レートの低下に繋がっていた。
- [0013] 従来のシフト多重記録方式では、たとえば周方向への多重度が m で、半径方向の列の数が n の場合、周方向への多重記録においては、最初の m 回は照射領域の重なり具合が異なるが、その後の照射領域では重なり具合は同程度であるから、最初の m 回だけレーザービームの強度を調節すれば良かった。しかし、半径方向に次の列に移動すると、再び最初の m 回はレーザービームの強度を調節する必要があるので、結局、 $m \times n$ 回のレーザービームの強度の調節が必要であった。また、従来のシフト多重記録方式では、記録を安定化させるために時間が必要なホログラム記録層に対しては、連続的に情報を書き込むことができず、書き込み時間が長くなっていた。
- [0014] また、他の多重記録方式として、特許文献4は、情報光を軸として参照光を回転させて、参照光の方位を変化させて、同一箇所にも複数の情報を記録する方式を提案している。
- [0015] 多重記録方式を用いて情報が記録された光記録媒体は、記録情報を重ねて記録

することができるので、記録密度を著しく増やすことができるが、その分、情報光と参照光の照射回数も増えるし、上述したとおりレーザービームの強度調節を行なうため、作製に時間がかかり、それを大量生産することは非常に難しかったのである。

[0016] 本発明はこれらの点に鑑みてなされたものであり、情報光と記録用参照光とを同軸上に配置したホログラフィック記録において、一旦記録した光記録媒体からの記録情報の複製をきわめて容易に行うことができ、しかも複製をする場合のキーを備えていて違法な複製を排除することができ、安全性が高く、更に、簡単な制御で、高密度で正確な記録ができ、且つ連続的に情報を記録することができる光情報記録方法および光情報記録媒体を提供することを目的とする。

[0017] 更に、本発明は、情報を記録した光記録媒体を大量に生産するための光情報記録方法および光情報記録媒体を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0018] 前記目的を達成するために本発明の光情報記録方法は、ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録するための光情報記録方法であって、光源から出射された光束の少なくとも一部を空間的に変調することで情報を担持した情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光を生成し、前記情報記録層に前記仮想情報光と仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、前記仮想情報光および前記仮想記録用参照光を前記情報記録層に対して照射することを特徴とする。

[0019] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記情報記録層の複数の領域に対して、前記仮想記録用参照光が同じ条件となるように前記仮想情報光と前記仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンを記録することが好ましい。

[0020] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記複数の領域は互いに重畳しないことが好ましい。

[0021] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記仮想情報光および前記仮想記録用参照光は、前記光情報記録媒体を回転させながら、前記仮想情報光を中心として前記仮想記録用参照光を前記光情報記録媒体と同じ角速度および回転方向で回転させつつ前記複数の領域に対して照射されてもよい。

- [0022] このような構成を採用したことにより、情報光と記録用参照光とを同軸上に配置した記録方法を利用して仮想情報光を発生し、当該仮想情報光と仮想記録用参照光とを用いて干渉パターンを光情報記録媒体の情報記録層に記録させることができる。このようにして記録された光情報記録媒体は、仮想情報光の情報を複製するためのマスターとして利用することができる。マスターとしての光情報記録媒体に記録された情報を複製するためには、仮想記録用参照光を照射する必要があるので、当該仮想記録用参照光が複製のためのキーとして作用し、仮想記録用参照光の秘密を保持することにより、違法な複製を排除することができ、安全性が高いものとなる。
- [0023] 更に、複数の領域に対して、仮想記録用参照光が同じ条件となるように仮想情報光と仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンが記録されていれば、再生する際に、複数の領域から一度に仮想情報光を再生することができ、生産性が著しく向上する。この際、複数の領域が互いに重畳していない場合は、複数の領域から一度に再生された仮想情報光の情報光及び記録用参照光同士の相互干渉を防ぐことができるので好ましい。
- [0024] また、本発明の光情報記録方法は、空間的に変調することで情報を担持した情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光と仮想記録用参照光とをホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光記録媒体に照射し、照射領域における前記仮想情報光と前記仮想記録用参照光との干渉パターンを情報として記録する光情報記録方法であって、第1の条件で前記仮想情報光および前記仮想記録用参照光を前記光記録媒体の複数箇所に照射して複数の第1の照射領域を形成して第1の情報群を記録し、第2の条件で前記仮想情報光および前記仮想記録用参照光を前記光記録媒体の複数箇所に前記第1の照射領域と重畳するように照射して複数の第2の照射領域を形成して第2の情報群を記録することを特徴とする。
- [0025] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記複数の第1の照射領域は互いに重畳しないことが好ましい。
- [0026] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記情報光の光軸と前記記録用参照光の光軸が、同一線上であることが好ましい。
- [0027] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記仮想記録用参照光は、平行光で

あることが好ましい。

- [0028] このような構成を採用したことにより、前記の作用を有するとともに、同じ状態の複数の第1の照射領域に第1の条件で第1の情報群を記録し、次に、第1の照射領域と重畳する第2の照射領域に第2の条件で第2の情報群を記録していくので、多重度が m の多重記録をするために、照射条件を m 回調節するだけで良いのである。しかも、第1の情報群を書き終わるまでの時間を個々の第1の照射領域における光化学反応のための時間とすることができるので、連続して多重記録方式を実行することができる。これにより超高密度に情報を記録したマスターとしての光情報記録媒体を得ることができる。本発明のように面単位で同じ条件での記録と再生を行う多重記録方式を面多重記録方式と名付けるが、これはシフト多重記録方式にも、角度多重記録方式にも適用できることが特徴である。
- [0029] 更に、複数の第1の照射領域が互いに重畳しなければ、複数の第1の照射領域から一度に再生された仮想情報光の情報光及び記録用参照光同士の相互干渉を防ぐことができるので好ましい。
- [0030] 更に、情報光の光軸と記録用参照光の光軸が、同一線上であれば、仮想情報光を再生して他の光情報記録媒体に照射するのに、単純な光学系を利用することができ好適である。
- [0031] 更に、仮想記録用参照光として平行光を使用すると、仮想再生用参照光を複数の領域に対して同じ波面を持たせて照射することができ、複数の領域において干渉パターンと干渉し、記録された仮想情報光を再生することができるので好ましい。
- [0032] また、本発明の光情報記録方法は、空間的に変調することで情報を担持した情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光と仮想記録用参照光とをホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた第1の光情報記録媒体に照射し、照射領域における前記仮想情報光と前記仮想記録用参照光との干渉パターンを情報として記録された前記第1の光情報記録媒体における記録された情報を第2の光情報記録媒体に記録させる光情報記録方法であって、前記第1の光情報記録媒体に対して前記仮想記録参照光と同じ条件の仮想再生用参照光を照射し、前記仮想再生用参照光が照射されることによって前記情報記録層より発生される前記仮想情報光を前記

第2の光情報記録媒体に照射し、前記仮想情報光の情報光と記録用参照光との干渉パターンを前記第2の光情報記録媒体の情報記録層に記録することを特徴とする。

[0033] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記仮想再生用参照光は、前記第1の光情報記録媒体の情報記録層の複数の前記照射領域に対して照射され、前記複数の照射領域から、複数の前記仮想情報光が一度に再生されることが好ましく、特に前記第1の光情報記録媒体の情報記録層の全面に対して照射することが好ましい。

[0034] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記仮想再生用参照光は、前記仮想記録参照光と位相共役であること又は前記第1の光情報記録媒体に対して、前記仮想記録参照光の照射方向と正反対の向きに照射されることが好ましい。

[0035] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される前記仮想情報光を倍率を変更して前記第2の光情報記録媒体に照射すること又は第1の焦点距離を有する第1のレンズと第2の焦点距離を有する第2のレンズを介在させて前記第2の光情報記録媒体に照射することが好ましい。

[0036] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記第1の光情報記録媒体の方が前記第2の光情報記録媒体よりも大きいことが好ましい。

[0037] このような構成を採用したことにより、前記のようにして作製されたマスターとしての光情報記録媒体から情報光と記録用参照光とを同軸上に配置した仮想情報光を再生させるとともに他の光情報記録媒体に記録させることができ、情報光と記録用参照光とを同軸上に配置した記録方法を利用して記録される光情報記録媒体を簡単に複製することができる。この複製の時には、記録時に用いた仮想記録用参照光を照射する必要があるため、当該仮想記録用参照光が複製のためのキーとして作用し、仮想記録用参照光の秘密を保持することにより、違法な複製を排除することができ、安全性が高いものとなる。更に、複製された光情報記録媒体は仮想情報光の一部として用いた記録用参照光と同一の再生用参照光を照射することにより、記録されている情報を簡単かつ確実に再生することができる。

[0038] 更に、仮想再生用参照光を第1の光情報記録媒体の情報記録層の複数の照射領域に対して照射して、複数の照射領域から、複数の仮想情報光を一度に再生させれ

ば、複製の時間を劇的に短縮することができ、生産性を著しく向上することができる。特に、第1の光情報記録媒体の情報記録層の全面に対して照射すれば、より生産性が向上する。

[0039] 更に、仮想記録参照光と位相共役な仮想再生用参照光が第1の光情報記録媒体に対して照射されると、再生した仮想情報光が記録時とは逆の経路で再生されるので、記録時に加えられた光学系、光情報記録媒体の表面形状の歪み、情報記録層の膜厚ムラ等による収差を相殺することができ、より収差を少なくすることができるので好ましい。仮想再生用参照光を仮想記録参照光の照射方向と正反対の向きに照射すると、位相共役となる。

[0040] 更に、第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される仮想情報光を倍率を変更して第2の光情報記録媒体に照射することにより、第1の光情報記録媒体の情報記録層に照射する仮想情報光、仮想記録用参照光及び仮想再生用参照光の光源の波長と、第2の光情報記録媒体に記録された情報光を再生するための再生用参照光の光源の波長を変えることができる。第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される仮想情報光を第1の焦点距離を有する第1のレンズと第2の焦点距離を有する第2のレンズを介在させて第2の光情報記録媒体に照射することによっても、第1の光情報記録媒体の情報記録層に照射する仮想情報光、仮想記録用参照光及び仮想再生用参照光の光源の波長と、第2の光情報記録媒体に記録された情報光を再生するための再生用参照光の光源の波長を変えることができる。

[0041] 更に、第1の光情報記録媒体として、第2の光情報記録媒体に比べて大きくすれば、より精密な干渉パターンを精細に記録することができる。

[0042] また、本発明の光情報記録方法は、空間的に変調することで情報を担持した情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光と第1の仮想記録用参照光とをホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた第1の光情報記録媒体に照射し、照射領域における前記仮想情報光と前記第1の仮想記録用参照光との干渉パターンを情報として記録された前記第1の光情報記録媒体における記録された情報を第2の光情報記録媒体に記録させる光情報記録方法であって、前記第1の光情報記録媒体に対して前記第1の仮想記録参照光と同じ条件の仮想再生用参照光を照射し、

前記仮想再生用参照光が照射されることによって前記情報記録層より発生される前記仮想情報光を前記第2の光情報記録媒体に照射し、且つ前記第2の光情報記録媒体に対し第2の仮想記録用参照光を照射し、前記仮想情報光と前記第2の記録用参照光との干渉パターンを前記第2の光情報記録媒体の情報記録層に記録することを特徴とする。

[0043] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記仮想再生用参照光は、前記第1の光情報記録媒体の情報記録層の複数の前記照射領域に対して照射され、前記複数の照射領域から、複数の前記仮想情報光が一度に再生されることが好ましく、特に、前記第1の光情報記録媒体の情報記録層の全面に対して照射することが好ましい。

[0044] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記第2の仮想記録用参照光は、前記第2の光情報記録媒体の情報記録層において、前記複数の仮想情報光が照射される複数の照射領域に対して照射されることが好ましく、特に、前記第2の光情報記録媒体の情報記録層の全面に対して照射されることが好ましい。

[0045] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記仮想再生用参照光は、前記第1の仮想記録参照光と位相共役であること又は前記第1の光情報記録媒体に対して、前記第1の仮想記録参照光の照射方向と正反対の向きに照射されることが好ましい。

[0046] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される前記仮想情報光を倍率を変更して前記第2の光情報記録媒体に照射すること又は前記第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される前記仮想情報光を第1の焦点距離を有する第1のレンズと第2の焦点距離を有する第2のレンズを介在させて前記第2の光情報記録媒体に照射することが好ましい。

[0047] 更に、本発明の光情報記録方法において、前記第2の仮想記録用参照光は、空間的に変調されていることが好ましい。

[0048] このような構成を採用したことにより、前記のようにして作製されたマスターとしての光情報記録媒体から仮想情報光を再生させるとともに、仮想情報光と第2の仮想再生用参照光を第2の光情報記録媒体に照射して、その干渉パターンを記録させることができ、マザーとしての光情報記録媒体を簡単に複製することができる。この複製の時には、記録時に用いた第1の仮想記録用参照光を照射する必要があるので、当

該仮想記録用参照光が複製のためのキーとして作用し、第1の仮想記録用参照光の秘密を保持することにより、違法な複製を排除することができ、安全性が高いものとなる。更に、複製されたマザーとしての光情報記録媒体も第2の仮想記録用参照光が複製のためのキーとして作用し、第2の仮想記録用参照光の秘密を保持することにより、違法な複製を排除することができ、安全性が高いものとなる。そして、マザーを簡単に作製できるので、スレーブを大量生産することが容易になる。

[0049] 更に、第1の仮想再生用参照光を第1の光情報記録媒体の情報記録層の複数の照射領域に対して照射して、複数の照射領域から、複数の仮想情報光を一度に再生させれば、複製の時間を劇的に短縮することができ、生産性を著しく向上することができる。特に、第1の光情報記録媒体の情報記録層の全面に対して照射すれば、より生産性が向上する。

[0050] 更に、第2の仮想記録用参照光を第2の光情報記録媒体の情報記録層において、前記複数の仮想情報光が照射される複数の照射領域に対して照射させれば、一度に記録することができるので、複製の時間を劇的に短縮することができ、生産性を著しく向上することができる。特に、第2の光情報記録媒体の情報記録層の全面に対して照射させれば、より生産性が向上する。

[0051] 更に、仮想記録参照光と位相共役な仮想再生用参照光が第1の光情報記録媒体に対して照射されると、再生した仮想情報光が記録時とは逆の経路で再生されるので、記録時に加えられた光学系、光情報記録媒体の表面形状の歪み、情報記録層の膜厚ムラ等による収差を相殺することができ、より収差を少なくすることができるので好ましい。仮想再生用参照光を第1の仮想記録参照光の照射方向と正反対の向きに照射すると、位相共役となる。

[0052] 更に、第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される仮想情報光を倍率を変更して第2の光情報記録媒体に照射することにより、第1の光情報記録媒体の情報記録層に照射する仮想情報光、仮想記録用参照光及び仮想再生用参照光の光源の波長と、第2の光情報記録媒体に記録された情報光を再生するための再生用参照光の光源の波長を変えることができる。第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される仮想情報光を第1の焦点距離を有する第1のレンズと第2の焦点距離を有す

る第2のレンズを介在させて第2の光情報記録媒体に照射することによっても、第1の光情報記録媒体の情報記録層に照射する仮想情報光、仮想記録用参照光及び仮想再生用参照光の光源の波長と、第2の光情報記録媒体に記録された情報光を再生するための再生用参照光の光源の波長を変えることができる。

[0053] 更に、第2の仮想記録用参照光を空間的に変調することにより、空間変調パターンを知らないと第2の光情報記録媒体から複製することができないので、違法な複製を排除することができ、安全性が高いものとなる。

[0054] また、本発明の光情報記録媒体は、ホログラフィを利用して情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光と仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されていると共に、前記仮想記録用参照光が照射されたときに、記録されている前記仮想情報光を発生する情報記録層を備えたことを特徴とする。

[0055] 更に、本発明の光情報記録媒体において、前記仮想情報光と前記仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンは、前記情報記録層の複数の領域に記録され、前記複数の領域に同一の前記仮想再生用参照光が照射されると、前記複数の領域から前記仮想情報光を発生することが好ましい。

[0056] このような構成を採用したことにより、本発明によって得られる光情報記録媒体はマスターとして利用することができる。マスターとしての光情報記録媒体に記録された情報を複製するためには、仮想記録用参照光を照射する必要があるので、当該仮想記録用参照光が複製のためのキーとして作用し、仮想記録用参照光の秘密を保持することにより、違法な複製を排除することができ、安全性が高いものとなる。

[0057] 更に、仮想情報光と仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンが情報記録層の複数の領域に記録され、複数の領域に同一の前記仮想再生用参照光が照射されると、複数の領域から仮想情報光を発生できると、一度に複数の情報の複製をすることができ生産性を向上することができる。

発明の効果

[0058] 本発明の光情報記録方法および光情報記録媒体はこのように構成され作用するものであるから、情報光と記録用参照光とを同軸上に配置したホログラフィック記録において、一旦記録した光記録媒体からの記録情報の複製を際めて容易に行うことが

でき、しかも複製をする場合のキーを備えていて違法な複製を排除することができ、安全性が高く、更に、簡単な制御で、高密度で正確な記録ができ、且つ連続的に情報を記録することができる等の効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0059] [図1]本発明の光情報記録方法および光情報記録媒体の1実施形態を示し、(a)は空間変調手段の平面図、(b)は記録部分の正面図

[図2]光情報記録媒体に対する多重記録方法を示す図1(b)と同様の正面図

[図3](a)(b)は光情報記録媒体に対する多重記録方法の他の方法を示す図2と同様の正面図

[図4]光情報記録媒体に対する多重記録方法の他の方法を示す斜視図

[図5]光情報記録媒体に対する多重記録方法の他の方法を示す図1(a)と同様の図

[図6]本発明の光情報記録方法および光情報記録媒体の他の実施形態を示す正面図

[図7]本発明方法によって複製された光情報記録媒体の情報再生方法を示す正面図

[図8](a)～(d)は回転する光情報記録媒体における仮想記録用参照光の向きを説明する図

[図9](a)～(d)は回転する光情報記録媒体における仮想記録用参照光の向きを説明する図

[図10]本発明の光情報記録方法および光情報記録媒体の他の実施形態を示す正面図

[図11](a)は本発明の光情報記録方法および光情報記録媒体の他の実施形態を示す正面図、(b)は光情報記録媒体4を再生した時の情報光の画素ピッチを示す図、(c)は光情報記録媒体9を再生した時の情報光の画素ピッチを示す図

[図12]本発明の光情報記録方法および光情報記録媒体の他の実施形態を示す正面図

[図13](a)及び(b)は本発明の光情報記録方法および光情報記録媒体の他の実施形態を示す正面図

発明を実施するための最良の形態

[0060] 以下、本発明の実施の形態を図1〜図11について説明する。

[0061] 図1は本発明の光情報記録方法および光情報記録媒体の一実施形態を示す。

[0062] 本実施形態は情報光と記録用参照光とを同軸上に配置した記録方法を利用している。図1(a)(b)に示すように、本実施形態においては、公知の方法により光源(図示せず)から出射された光束の少なくとも一部を空間変調手段1によって空間的に変調することにより情報を担持した情報光2と記録用参照光3とに分割する。本実施例においては、情報光2が中心部で、記録用参照光3がその外周部で光軸Lと同軸に配置されている。この空間変調手段1とホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた公知の光透過性を有する光情報記録媒体4との間には対物レンズ5が配置されている。空間変調手段1の部分を通過した情報光2と記録用参照光3とは両者を合わせて仮想情報光6として進行し、対物レンズ5によって光情報記録媒体4の情報記録層の所定の照射領域7(4点abcdに囲まれた部分)に照射される。この照射領域7には光軸Lに対して傾斜した角度から仮想記録用参照光8が照射される。これにより光情報記録媒体4の情報記録層の照射領域7において、仮想情報光6と仮想記録用参照光8との干渉による干渉パターンによって情報が記録される。

[0063] 図1においては、仮想情報光6の情報光2と記録用参照光3は、一つの空間変調手段1によって変調されており、情報光2の光軸と記録用参照光3の光軸が同一線上に配置されているが、この構成に限定されるものではない。仮想情報光6として、情報光2と記録用参照光3を一旦分割し、それぞれ別々の空間変調手段を用いて変調した後、情報光2と記録用参照光3を合成して、情報光2の光軸と記録用参照光3の光軸を同一線上に配置してもよい。

[0064] このように、仮想情報光6の情報光2の光軸と記録用参照光3の光軸が同一線上に配置されているため、後述する仮想情報光6を再生して他の光情報記録媒体に情報を複製する時に、光学系を単純にすることができる。

[0065] また、仮想記録用参照光8としては、図1に示すように平行光を用いると、後述するように、再生する時に、複数の照射領域7に仮想再生用参照光を一括して照射する

ことができるので好ましい。但し、仮想記録用参照光8としてレンズを用いて情報記録層中に集光する構成としてもよい。

[0066] このようにして仮想情報光6と仮想記録用参照光8とを用いて干渉パターンを情報記録層に記録された光情報記録媒体4は、その後の複製用のマスターとして利用することができる。このマスターとしての光情報記録媒体4に記録された情報を複製するためには、仮想記録用参照光8と同一の仮想再生用参照光を照射する必要があるもので、当該仮想記録用参照光8が複製のためのキーとして作用し、仮想記録用参照光8の特性の秘密を保持することにより、違法な複製を排除することができ、安全性が高いものとなる。

[0067] 光情報記録媒体4の利用方法として、第一に、光情報記録媒体4と全く同じ情報を複製するため、仮想情報光6と仮想記録用参照光8との干渉による干渉パターンそのものを別の光情報記録媒体に記録し、又は光情報記録媒体4に記録された仮想情報光6を複製するため、仮想情報光6と他の仮想記録用参照光8との干渉による干渉パターンを別の光情報記録媒体に記録し、別の光情報記録媒体をマザーとする方法がある。第二に、仮想情報光6の情報光2に担持された情報を複製するため、情報光2及び記録用参照光3との干渉による干渉パターンを別の光情報記録媒体に記録して、別の光情報記録媒体をスレーブとする方法がある。

[0068] ここで、マスターとは、原盤を意味し、以後の複製の基礎となるものであり、仮想情報光6と仮想記録用参照光8とを照射することによって作製される。そして、マザーとは、マスターと全く同じ仮想情報光が記録されたものであるが、量産その他の目的で、スレーブを作製するための仮想情報光を複製する必要性が生じた場合に、マスター若しくは他のマザーを基にして作製されるものである。マザーは、マスターと全く同じ仮想情報光が記録されているので、他のマザー及びスレーブを作製することができる。なお、マザーには、マスターと全く同じ情報(同じ仮想情報光及び同じ仮想記録用参照光による干渉パターン)が記録されたものも含まれる。また、スレーブとは、仮想情報光中の情報光2と記録用参照光3との干渉による干渉パターンが記録されており、スレーブを再生用参照光(記録用参照光3と同じ条件の光)によって再生すれば情報光2に担持された情報を読み出すことができる。

- [0069] マスターとして光情報記録媒体4を使用するためには、情報記録層の複数の照射領域7に対して、仮想記録用参照光8が同じ条件となるように仮想情報光と仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンを記録することが好ましい。この場合、光情報記録媒体4の複数の照射領域7に、仮想記録用参照光8と同一の仮想再生用参照光を一括して照射すれば、光情報記録媒体4の複数の照射領域7から一度に仮想情報光6が再生され、それを別の光情報記録媒体に一度に記録することができる。特に、光情報記録媒体4の全面に対して、一括して仮想再生用参照光を照射することで、別の光情報記録媒体の全面に一度に記録できるようにすることが好ましい。
- [0070] 更に、複数の照射領域7は互いに重畳していないことが好ましい。これは、複数の照射領域7が重畳した状態で同一の仮想記録用参照光8を用いて再生すると、複数の照射領域7から再生された仮想情報光6同士の干渉が問題となる虞があるからである。つまり、第1の照射領域7aから再生された第1の仮想情報光6の情報光2及び記録用参照光3が、第2の照射領域7bから再生された第2の仮想情報光6の情報光2及び記録用参照光3と干渉するため、正確に第1の仮想情報光6の情報光2及び記録用参照光3の干渉を記録することができなくなってしまうからである。
- [0071] 以上のように、同一の仮想再生用参照光によって再生するためには、複数の照射領域7において、仮想記録用参照光8の波長、向き、傾き、位相を同じ条件にして仮想情報光6と干渉させればよい。
- [0072] その方法の一つとしては、光情報記録媒体4をX-Yステージに載置して、X-Yステージを制御して、所望の干渉縞が各照射領域7に記録されるように光情報記録媒体4を搬送する方法がある。また、他の方法としては、光情報記録媒体4を固定して、仮想情報光6及び仮想記録用参照光8をX-Y方向に移動させる方法もある。更に、光情報記録媒体4を固定して、仮想記録用参照光8を全面に照射しつつ、仮想情報光6をX-Y方向に移動させる方法もある。
- [0073] また、光情報記録媒体4として円盤状のものをを使用する場合は、光情報記録媒体4を回転させながら記録する態様があり得る。光情報記録媒体4を回転させながら情報を記録すると、トラックに沿って各情報を記録することが容易になるという利点がある。この場合は、仮想記録用参照光8の波長、向き、傾き及び位相を同じ条件にしようと

すると、仮想記録用参照光8の向きが光情報記録媒体4の回転によって変わるので問題となる。

[0074] この点について、図8及び図9を用いて説明する。図8及び図9は、光情報記録媒体4の平面図であり、光情報記録媒体4は中心4aを軸として回転している。図8及び図9において、記録した時の仮想記録用参照光8の方向を仮想情報光6の照射領域中に矢印で示す。まず、図8(a)に示すように、第1の照射領域7aに右側から仮想記録用参照光8を照射して干渉縞を記録した。次に、図8(b)に示すように、光情報記録媒体4を90° 時計回りに回転して第2の照射領域7bに右側から仮想記録用参照光8を照射して干渉縞を記録した。更に、図8(c)に示すように、光情報記録媒体4を90° 時計回りに回転して第3の照射領域7cに右側から仮想記録用参照光8を照射して干渉縞を記録した。最後に、図8(d)に示すように、光情報記録媒体4を90° 時計回りに回転して第4の照射領域7dに右側から仮想記録用参照光8を照射して干渉縞を記録した。

[0075] 図8(d)から明らかなように、第1乃至第4の照射領域7a〜dは、いずれも照射位置において右側から照射したが、光情報記録媒体4の回転によって、仮想記録用参照光8の方向が中心4aを軸として点対称なものとなってしまふ。このため、右側から同一の仮想再生用参照光を照射しても、第1乃至第4の照射領域7a〜dのいずれか一つしか再生されず、複数の照射領域7から一度に仮想情報光6を再生することができないのである。

[0076] このため、複数の照射領域7a〜dを形成するに際し、仮想記録用参照光8の向きを仮想情報光6を中心として、光情報記録媒体4の回転方向と同じ方向に、光情報記録媒体4と同じ角速度で回転させればよい。図9を用いて説明する。なお、図9は、平面図であるから仮想情報光6は、各照射領域7a〜7dにおいて紙面に対して垂直に照射される。

[0077] まず、図9(a)に示すように、第1の照射領域7aに右側から仮想記録用参照光8を照射して干渉縞を記録する。次に、図9(b)に示すように、光情報記録媒体4を90° 時計回りに回転させて、第2の照射領域7bに仮想記録用参照光8を照射して干渉縞を記録するが、この時、仮想記録用参照光8の向きも仮想情報光6を中心として90°

時計回りに回転させて仮想記録用参照光8を照射する。つまり、第2の照射領域7bには、図9(b)における下側から仮想記録用参照光8が照射される。更に、図9(c)に示すように、光情報記録媒体4を90° 時計回りに回転して、第3の照射領域7cに仮想記録用参照光8の向きを仮想情報光6を中心として90° 時計回りに回転した状態で照射して干渉縞を記録する。最後に、図9(d)に示すように、光情報記録媒体4を90° 時計回りに回転して、第4の照射領域7dに仮想記録用参照光8の向きを仮想情報光6を中心として90° 時計回りに回転した状態で照射して干渉縞を記録する。

[0078] 図9(d)から明らかなように、第1乃至第4の照射領域7a〜dは、いずれも仮想記録用参照光8が上側から照射された状態となっており、仮想記録用参照光8の方向が同じである。よって、上側から同一の仮想再生用参照光を照射すれば、第1乃至第4の照射領域7a〜dから一度に仮想情報光6を再生することができるのである。

[0079] 仮想情報光6を中心として仮想記録用参照光8の向きを回転させるには、仮想記録用参照光8の光学系を回転させればよい。例えば、前述した特許文献4の米国特許第5638193号公報に開示された装置を応用して実施することができる。特許文献4では、同一箇所に参照光の方位を変化させて多重記録しているが、本発明においては互いに重畳しない複数の照射領域に対して参照光の方位を変化させる点で異なっている。

[0080] なお、上述したX-Yステージを利用して光情報記録媒体4を回転させずに仮想情報光6及び仮想記録用参照光8の干渉縞を記録する場合であって、再生する際に、光情報記録媒体4を回転させる或いは光情報記録媒体4をマスターとして複製する際にマザー又はスレーブを回転させる時は、再生時の回転の影響を考慮して記録する必要がある。その一つは、仮想記録用参照光8の向きとして、図9(d)に示すように記録すると、再生時に右側から仮想再生用参照光を照射することによって、各照射領域7a〜dから仮想情報光6を再生することができる。また、後述する複製方法を利用して光情報記録媒体4からスレーブを複製した場合、スレーブに記録された情報光2及び記録用参照光3の干渉縞に対して、スレーブを回転させつつ再生用参照光を照射して情報光2を再生すると、情報光2が回転した像が再生される。このため、マスターである光情報記録媒体4を記録する際に、情報光2のもつイメージ情報を回転

させなければならない。イメージ情報を回転させるには、空間変調手段1に表示される2次元デジタルパターン情報を回転させていてもよいし、情報光の光学系にイメージ情報を回転させる光学素子を追加してもよい。

[0081] 図2ー図5は光情報記録媒体に対する多重記録方法を示す。

[0082] 図2においては、光情報記録媒体4に対する照射領域7a、7b、7c、7d・・・を一部ずつ重複させるようにして光情報記録媒体4を移動させて順に情報を記録するシフト多重記録方式で多重記録するものである。

[0083] 図3においては、まず図3(a)に示すように、第1の条件として仮想記録用参照光8を光軸Lに対する傾斜角度を θ_1 に設定して、光情報記録媒体4に対する照射領域7a、7b・・・を重複させないように離間させて光情報記録媒体4の全体に記録する。次に、図3(b)に示すように、第2の条件として仮想記録用参照光8を光軸Lに対する傾斜角度を θ_2 に設定して、光情報記録媒体4に対する照射領域7a1、7b1・・・を互いに重複させないように離間させ、かつ、第1の条件の照射領域7a、7b・・・と一部重複させて光情報記録媒体4の全体に記録するものである。この θ を順に変更して記録することにより多重記録を向上させることができ、超高密度の記録が可能である。

[0084] 面単位で同じ条件での記録と再生を行う面多重記録方式の場合、上述した同一の仮想記録用参照光8によって一度に複数の照射領域から仮想情報光6を再生させる方法を実施できるので好ましい。

[0085] 図3の光情報記録媒体4に対して、光軸Lに対する傾斜角度を θ_1 に設定した仮想再生用参照光を照射すれば、照射領域7a、7b・・・から仮想情報光6が一度に再生されるのである。更に、光軸Lに対する傾斜角度を θ_2 に設定した仮想再生用参照光を照射すれば、照射領域7a1、7b1・・・から仮想情報光6が一度に再生されるのである。このように、 θ を順に変更して再生することにより、多重記録方式で記録された大量の情報を容易に複製することができる。

[0086] 記録のための条件としては、図4に示すように、例えば、同一の照射領域7aの位置に仮想記録用参照光8の記録条件を変化させた照射領域7b、7c、7d・・・を重畳させ、照射領域を移動して異なる照射領域において複数の干渉パターンを仮想記録用参照光8の記録条件を変化させて記録させてもよい。

- [0087] また、記録のための条件としては、図5に示すように、記録用参照光3を光軸Lから放射状に延びた線分の集合とし、記録用参照光3の各線分の光軸Lに対する周方向の入射角の中心角度 α を、例えば、3度を基準として、その中心角度の大きさを、例えば、0.02度の最小単位で変更させてもよい。つまり、記録用参照光3の線分の一つを基準として、そこから3度おきに線分を119本配置した記録用参照光3と、基準となる線分の位置を0.02度変更し、そこから3度おきに線分を119本配置した記録用参照光3とは記録条件が異なるのである。
- [0088] このようにして仮想情報光6と仮想記録用参照光8とを用いて干渉パターンを情報記録層に多重記録された光情報記録媒体4は、超高密度の情報が記録されしかも複製に対する安全性の高い複製用のマスターとして利用することができる。
- [0089] ここに用いた光情報記録媒体4は円盤上のディスク形状や、長方形等のカード形状のもの等から自由に選択するとよい。
- [0090] マスターは、以後の複製の基礎となる原盤であるから、そこに記録される干渉パターンを精細に記録することが好ましい。このため、マスター用の光情報記録媒体4として、スレーブの光情報記録媒体に比べて大きくし、スレーブとの大きさの比率に合わせて、照射領域の大きさ等も大きくすることで精密な干渉パターンを精細に記録することができる。スレーブの光情報記録媒体としては、CDやDVDとの互換性を取れる大きさ、例えば、直径8cmの円盤状とし、マスターとしては、更に大きな光情報記録媒体、例えば、直径15〜30cmのものを使用してもよい。ただし、マスターの大きさは、スレーブと同じ大きさでもよい。なお、マザーの光情報記録媒体としては、マスターと同じくスレーブを量産するために使用されるので、マスターと同じ大きさであることが好ましいが、異なる大きさ、例えばスレーブと同じ大きさであってもよい。
- [0091] 更に、マスターを記録するための対物レンズ5を含む光学系として、収差が少なく解像度の高いものを使用することが好ましい。かかる光学系としては、非球面レンズを使用したものや複合レンズを使用したもの、更には、後述する半導体チップの投影露光装置として使用される投影レンズを使用することも可能である。
- [0092] 図6は本発明の光情報記録方法および光情報記録媒体の他の実施形態を示し、マスターとしての光情報記録媒体4を用いた複製方法を示している。

- [0093] 図6においては、図1ー図5によって作製した情報がすでに記録されている光情報記録媒体4に対して情報を複製すべき他の光情報記録媒体9を対向して配置し、両者間には両者の情報記録領域の全体が収まる集光レンズ10、11が配置されている。両集光レンズ10、11は両者の中央位置がそれぞれの焦点位置でイメージプレーンPを形成するようにされ、全体を当該イメージプレーンPを中心として線対称位置に配置されている。他の光情報記録媒体9としては、公知の構成のものから選択するとよい。例えば、情報記録層の裏側にトラック等の表示を示すブリピットを含む層を備えている光情報記録媒体や、複製物をマザーとして利用する場合には、光透過性を有する光情報記録媒体を用いるとよい。
- [0094] 次に、本実施形態による複製方法を説明する。
- [0095] まず、情報がすでに記録されているマスターの光情報記録媒体4に対して情報の記録時に照射した仮想記録用参照光を再び同一条件(光軸Lとの傾斜角度、光の波長等の条件)で仮想再生用参照光8'として照射する。光情報記録媒体4を仮想再生用参照光8'が通過する際に、情報記録が行われた照射領域7の単位で干渉パターンから記録された仮想情報光6が集光レンズ10に向けて発生される。仮想再生用参照光8'は、光軸Lに対して傾斜しているために、光情報記録媒体4を通過した後は系外に進行して、光情報記録媒体4から発生した仮想情報光6と交叉することを防止されている。
- [0096] 図6においては、同一条件の仮想記録用参照光8によって複数の照射領域7が記録されていたため、仮想再生用参照光8'によって光情報記録媒体4の複数の照射領域7全体から仮想情報光6が一斉に再生される。このため、従来、各情報(ホログラム)毎に情報光と記録用参照光を照射していたのに比べて、飛躍的に情報の複製に対する生産性を向上させることができるのである。特に、光情報記録媒体4の全面に対して、一括して仮想再生用参照光を照射することで、別の光情報記録媒体の全面に一度に記録することができ、CDやDVDのプラスチック射出成形技術に匹敵する生産性を実現できる可能性を秘めている。
- [0097] 光情報記録媒体4の全体から発生した仮想情報光6は、集光レンズ10によって一旦イメージプレーンPに収束され、その後再度拡光されて集光レンズ11に入射し、そ

の後集光されながら新しい他の光情報記録媒体9に照射され、仮想情報光6を形成する情報光2と記録用参照光3との干渉パターンとして当該他の光記録媒体9の情報記録層に、光情報記録媒体4の照射領域7に対応する大きさの照射領域12の単位で記録される。

[0098] 図6の光情報記録媒体4が、上記図3において示した角度多重と面多重記録方式を組み合わせていたものである場合は、更に、第2の角度 θ_2 の仮想再生用参照光8'を照射して、複数の照射領域7a1、7b1...から仮想情報光6を再生して、他の光情報記録媒体9に記録する。

[0099] なお、図6において照射領域12に記録された干渉縞は、集光レンズ11によって一旦集光されて発散した位置に他の光情報記録媒体9を配置しているため、図6における他の光情報記録媒体9の更に下側に情報光2が再生されるものとなっている。このため、図7に示すように、他の光情報記録媒体9をスレーブとして使用する際には、裏返して、反射膜やトラック等の表示を示すプリピットを含む層9aを装着して再生したり、他の光情報記録媒体9を透過型として利用しなければならなかった。そこで、集光レンズ11によって仮想情報光が集光される位置(図6における光記録媒体9の表面の位置よりも上方の位置)に他の光情報記録媒体9を配置する方が、スレーブとして複製する場合は、予め反射膜やトラック等の表示を示すプリピットを含む層9aを装着しておくことができるので好ましい。

[0100] これにより図1〜図5に示すようにして作製されたマスターとしての光情報記録媒体4から情報光2と記録用参照光3とを同軸上に配置した仮想情報光6を再生させるとともに、他の光情報記録媒体9に記録させることができ、情報光2と記録用参照光3とを同軸上に配置した記録方法を利用して記録される光情報記録媒体9(スレーブ)を簡単に複製することができる。この複製の時には、マスターには記録時に用いた仮想記録用参照光8と同一条件の仮想再生用参照光8'を照射する必要があるので、当該仮想記録用参照光8が複製のためのキーとして作用し、仮想記録用参照光8の秘密を保持することにより、違法な複製を排除することができ、安全性が高いものとなる。更に、複製された光情報記録媒体9は、このような一定角度の仮想記録用参照光8は当てずに作製されるために、複製された光情報記録媒体9から再度複製すること

は困難である。従って、超高密度の情報を記録した光情報記録媒体の記録情報を、きわめて簡単に、かつ、確実に複製することができ、更に、複製されたものを再度複製することはきわめて困難であるために、情報の記録、複製の革命的な手法となる。

[0101] 図10は、マスターとしての光情報記録媒体4を用いた複製方法の変形例である。図10の光学系自体は、図6のものと同じものであり、集光レンズ10、11が、光情報記録媒体4から集光レンズ10までの距離＝集光レンズ10からイメージプレーンPまでの距離＝イメージプレーンPから集光レンズ11までの距離＝集光レンズ10から他の光情報記録媒体9(スレーブ)までの距離＝焦点距離 f となるように配置されている。

[0102] 図10においては、図1～図5によって作製した情報がすでに記録されている光情報記録媒体4に対して、仮想記録用参照光8と位相共役な仮想再生用参照光8'を照射する点が特徴である。位相共役な仮想再生用参照光8'とするには、記録時に照射した仮想記録用参照光8を正反対の向きにすればよい。図10において、光情報記録媒体4を裏返しに配置して、仮想再生用参照光8'を照射している。このように、仮想記録用参照光8と位相共役な仮想再生用参照光8'による再生を「位相共役再生」と呼ぶ。

[0103] 位相共役再生において、正反対の向きの仮想再生用参照光8'で仮想情報光6を再生すると、再生された仮想情報光6は、記録時とは逆の経路で再生されるので、記録時に加えられた光学系、光情報記録媒体4の表面形状の歪み、情報記録層の膜厚ムラ等による収差を相殺することができ、より収差を少なくすることができるので好ましい。

[0104] さらに、図10においては、他の光情報記録媒体9は、位相共役再生によって再生された仮想情報光6が集光レンズ11によって集光する位置に情報記録層を配置しているため、他の光情報記録媒体9には予め反射膜やトラック等の表示を示すプリピットを含む層9aを装着しておくことができる。

[0105] 図11は、マスターとしての光情報記録媒体4を用いた複製方法の変形例である。図11の実施態様は、マスターである光情報記録媒体4に記録、再生する際に用いる光源とは異なる波長の光源で再生可能な複製物を記録する方法を提供するものである。図11(a)は、光情報記録媒体4から複製物を記録するための光学系の概略図

であり、図11(b)は、光情報記録媒体4を再生した時の情報光の画素ピッチを示す図であり、図11(c)は光情報記録媒体9を再生した時の情報光の画素ピッチを示す図である。

- [0106] 図11(a)においては、異なる焦点距離 f_1 及び f_2 を有する集光レンズ10, 11を使用し、集光レンズ10, 11が、光情報記録媒体4から集光レンズ10までの距離＝集光レンズ10からイメージプレーンPまでの距離＝第1の焦点距離 f_1 となり、イメージプレーンPから集光レンズ11までの距離＝集光レンズ10から他の光情報記録媒体9までの距離＝第2の焦点距離 f_2 となるように配置させている。
- [0107] そして、波長 λ_1 の仮想再生用参照光8'を照射領域7に照射することによって、光情報記録媒体4から波長 λ_1 の仮想情報光6が再生され、焦点距離 f_1 の第1の集光レンズ10によってイメージプレーンPに結像する。更に波長 λ_1 の仮想情報光6は、焦点距離 f_2 の第2の集光レンズ11によって他の光情報記録媒体9に集光され、照射領域12に仮想情報光6の情報光2及び記録用参照光3の干渉縞が記録されるのであるが、第1の集光レンズ10と第2の集光レンズ11の焦点距離 f_1 , f_2 が異なることによって、他の光情報記録媒体9の照射領域12に記録される干渉縞の間隔が、光情報記録媒体4の干渉縞の間隔と変わるのである。この結果、他の光情報記録媒体9に記録された干渉縞を再生するには、 $\lambda_1 \times (f_1 / f_2)$ という波長 λ_2 の光源が必要となる。更に、干渉縞の間隔が変わったため、他の光情報記録媒体9から情報光2を再生するための再生用参照光3'を形成する空間変調手段1'の画素ピッチ p_2 は、光情報記録媒体4に記録する際に仮想情報光6を形成するための空間変調手段1の画素ピッチ $p_1 \times (\lambda_2 / \lambda_1)$ となる。
- [0108] 従って、集光レンズ10, 11の焦点距離 f_1 , f_2 及び画素ピッチ p_1 , p_2 を適宜設定することによって、波長 λ_1 で記録再生した光情報記録媒体4から、波長 λ_2 で再生できる他の光情報記録媒体9を複製することができるのである。その条件は、 $\lambda_1 / \lambda_2 = f_2 / f_1 = p_1 / p_2$ である。
- [0109] また、図11に示す光学系以外であっても、仮想再生用参照光8'によって光情報記録媒体4から再生された像の倍率を光学系によって変更して他の光情報記録媒体9に照射すれば、光情報記録媒体4を記録、再生する光の波長 λ_1 と異なる波長 λ_2

の光によって再生可能な干渉パターンを記録することができる。例えば、ICやLSIなどの半導体チップの微細な電子回路を露光するために使用される投影露光装置の投影レンズを利用してもよい。

[0110] 更に、マスター用の光情報記録媒体4の大きさが、スレーブの光情報記録媒体9に比べて大きい場合、上記の光学系を用いて、記録する干渉パターンの大きさの比率を小さくすることができる。図13(a)に示すように、第1の光情報記録媒体4の全面に一括して仮想再生用参照光8'を照射して、第1の光情報記録媒体4の全面の照射領域7に記録された干渉パターンから仮想情報光6を再生し、仮想情報光6を3つのレンズを光情報記録媒体8側から徐々に大きさが小さくなるように配置した投影レンズ20によって所定の比率で縮小されるように、第2の光情報記録媒体9の全面に照射することで、第2の光情報記録媒体9の情報記録層における情報光及び記録用参照光の干渉パターンを記録したスレーブを作製することができる。なお、投影レンズ20は、図6、図10及び図11の集光レンズ10及び11を合わせた構成に対応する。

[0111] 投影露光装置の投影レンズは、微細なパターンを正確に縮小して露光できるように解像度が高く、収差などによる影響を少なくしたものであるから、大きなマスターから、小さなスレーブを作製するのに好適である。

[0112] 以上のとおり、波長 λ_1 の仮想情報光及び仮想記録用参照光によって作製されたマスターから複製されたスレーブやマザーを異なる波長 λ_2 によって再生することができるのである。かかる技術によって、例えば、波長532nmの緑色レーザを用いて作製したマスターやマザーから、波長405nmの青色レーザによって再生可能なスレーブを作製することも可能なのである。

[0113] 光情報記録媒体4をマスターとして使用する場合、上述したとおり、仮想再生用参照光8'を複数の照射領域7、特に好ましくは全面(図13参照)に照射して一括して再生することが好適である。このような大面積に照射可能な仮想再生用参照光8'の光源が限定されてしまう虞がある。例えば、現状において、波長532nmのレーザであれば、大面積に照射することが可能であるが、半導体レーザも大型であり、複製物であるスレーブを再生するための装置も大型となってしまう。また、現状において、波長405nmの半導体レーザは小型であるが、出力が小さいため、大面積を照射

することができない(なお、大面積に照射できれば光情報記録媒体の全面に照射するための仮想再生用参照光の光源として使用できる。)。そして、ホログラフィック記録再生において、波長532nmの光源で記録したホログラムは、そのままでは、波長405nmの光源では波面が合わずに再生することができない。

[0114] このような場合、 $\lambda_1 / \lambda_2 = 532\text{nm} / 405\text{nm} = 1.3$ であるから、例えば図11(a)において、焦点距離 $f_1 = 1$ の集光レンズ10に対して、焦点距離 $f_2 = 1.3$ の集光レンズ11を使用し、光情報記録媒体4には波長 $\lambda_1 = 532\text{nm}$ の光源で画素ピッチ $p_1 = 1.3$ の空間変調手段を用いて仮想情報光6を記録しておくことで、波長 $\lambda_2 = 405\text{nm}$ の光源で再生できる他の光情報記録媒体9を複製することができる。この時、他の光情報記録媒体9を再生するには、画素ピッチ $p_2 = 1$ の空間変調手段1'が使用される。

[0115] また、図6、図10及び図11に示した複製方法において、光情報記録媒体9として光透過性を有する光情報記録媒体を用いるとともに、光情報記録媒体9に第2の仮想記録用参照光(マスターの部分に照射される仮想記録用参照光8と異なるものでもよい)18を照射して光情報記録媒体9を複製すると、その複製物をマザーとすることができる。図11に示した複製方法においては、波長 λ_2 の光源で第2の仮想記録用参照光18を照射する。

[0116] 図12に示すように、光情報記録媒体4の照射領域7を記録した第1の仮想記録用参照光と同じ条件の仮想再生用参照光8'を照射し、それにより照射領域7から発生する仮想情報光6を集光レンズ10, 11を介して第2の光情報記録媒体9に照射し、第2の光情報記録媒体9の照射領域12に対し第2の仮想記録用参照光18を照射して、仮想情報光6と第2の記録用参照光18との干渉パターンを第2の光情報記録媒体9の情報記録層の照射領域12に記録するのである。

[0117] 図12においては、第1の光情報記録媒体4における一つの照射領域7から仮想情報光6を再生して、第2の光情報記録媒体9における一つの照射領域12に対して複製を行ったが、第1の光情報記録媒体4における複数の照射領域に対して一括して仮想再生用参照光8'を照射して、複数の照射領域から仮想情報光6を再生して、仮想情報光6を第2の光情報記録媒体9の複数の領域に照射し、且つ第2の光情報記

録媒体9の複数の領域に対して一括して第2の仮想記録用参照光18を照射して複数の領域を一括して複製することが好ましい。

[0118] 更には、図13(b)に示すように、第1の光情報記録媒体4の全面に一括して仮想再生用参照光8'を照射して、第1の光情報記録媒体4の全面の照射領域7に記録された干渉パターンから仮想情報光6を再生して、仮想情報光6を投影レンズ21によって第2の光情報記録媒体9の全面に照射し、且つ第2の光情報記録媒体9の全面に対して一括して第2の仮想記録用参照光18を照射して複数の領域を一括してマザーを複製することが好ましい。

[0119] このマザーを図6等の光情報記録媒体4の位置に配置し、前記のマザー複製時に照射した第2の仮想記録用参照光と同一の仮想再生用参照光を照射すると、仮想再生用参照光が通過する際に、情報記録層の情報記録が行われた照射領域12の単位で干渉パターンに基づいて記録された仮想情報光6が集光レンズ10に向けて発生し、更にスレーブやマザーを作製することができる。特に、仮想再生用参照光をマザー全面に照射し、一括露光することによりCDやDVDサイズのスレーブを簡単に複製することが可能である。

[0120] マスターからマザーを複製すれば、スレーブを生産するための原盤を増やすことができるので、大量生産に有効である。マスターは、各照射領域7に対して、その都度、仮想情報光6及び仮想記録用参照光8を照射して干渉パターンを作製する必要がある。このため、マスターを作製するには膨大な時間と工数がかかり大変な作業であった。これに対し、マザーは、マスターに仮想再生用参照光8'を一括照射することによって、同じ仮想記録用参照光8によって記録された仮想情報光6を一度に再生することができ、更に、マザーに第2の仮想記録用参照光18を一括照射することによって一度に記録することができるので、マザーを複製するのは非常に簡単な作業なのである。

[0121] ただし、マザーから、更に別のマザーを作製することも、スレーブを作製することも簡単であるが故に、マザーのコピーガードも重要である。このため、複数のマザーを作製した場合、複数のマザーにおける第2の仮想記録用参照光18を共通とするのではなく、マザー毎に第2の仮想記録用参照光18を異なるものとするのが有効である。

- 。
- [0122] 更に、第2の仮想記録用参照光18の条件として波長や照射角度は、装置などの設計によって、ある程度限定されてしまい、マザーから解析可能であるが、第2の仮想記録用参照光18を空間光変調器によって、空間的に変調すれば、第2の仮想記録用参照光18に多数の選択肢を設けることができ、違法な複製を排除することができ、安全性がより高くなる。
- [0123] このようにすれば、マザーである第2の光情報記録媒体9を不正に入手できたとしても、第2の仮想記録用参照光18の条件、特に空間変調パターンを知らないと複製を作製することができないのである。
- [0124] マスター又はマザーからマザー又はスレーブを作製するに際し、マスター又はマザーに記録された情報量は膨大であり、仮想再生用参照光8'によって発生する仮想情報光をなるべく正確に伝達するため、集光レンズ10、11や投影レンズ20としては、解像度が高く、収差の少ない光学系を用いることが好ましい。例えば、ICやLSIなどの半導体チップの微細な電子回路を露光するために使用される投影露光装置の投影レンズを利用することも可能である。投影露光装置の光学系に使用される投影レンズは、微細なパターンを正確に露光できるように解像度が高く、収差などによる影響を受けにくく設計されている。
- [0125] 図13(a)においては、投影レンズ20として3つのレンズを光情報記録媒体8側から徐々に大きさが小さくなるように配置し、干渉パターンを正確に露光できるように解像度が高く、収差などによる影響を受けにくく設計されている。また、図13(b)においては、投影レンズ20として3つのレンズを光情報記録媒体8側から徐々に大きさが小さくなるように配置し、更に徐々に大きさが大きくなるように同じ3つのレンズを配置して、等倍の大きさのマザーを作製できるように構成されている。図13(b)の投影レンズ20を利用して、第2の仮想記録用参照光18を照射しなければ、等倍の大きさのスレーブも作製できる。
- [0126] 図7は図6に示す方法によって複製された光情報記録媒体9の情報再生方法を示す。図6によって複製された光情報記録媒体9は従前の情報光2と記録用参照光3とを同軸上に配置した記録方法を利用して記録された光情報記録媒体と全く同様にし

て情報が記録されている。従って、図7に示すように、複製された光情報記録媒体9は仮想情報光6の一部として用いた記録用参照光3と同一の再生用参照光13を対物レンズ14を介して照射することにより、記録されている情報を再生情報15として出射し、対物レンズ14を経てCMOS等の受像素子16に入射し、その後デコードされて情報として取り出される。光情報記録媒体9の情報記録層の裏側には、トラック等の表示を示すプリピットを含む層9aが装着されている。

[0127] なお、本発明は前記実施の形態に限定されるものではなく、必要に応じて変更することができる。

請求の範囲

- [1] ホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光情報記録媒体に対して情報を記録するための光情報記録方法であって、光源から出射された光束の少なくとも一部を空間的に変調することで情報を担持した情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光を生成し、前記情報記録層に前記仮想情報光と仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されるように、前記仮想情報光および前記仮想記録用参照光を前記情報記録層に対して照射することを特徴とする光情報記録方法。
- [2] 前記情報記録層の複数の領域に対して、前記仮想記録用参照光が同じ条件となるように前記仮想情報光と前記仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンを記録することを特徴とする請求項1に記載の光情報記録方法。
- [3] 前記複数の領域は互いに重畳しないことを特徴とする請求項2に記載の光情報記録方法。
- [4] 前記仮想情報光および前記仮想記録用参照光は、前記光情報記録媒体を回転させながら、前記仮想情報光を中心として前記仮想記録用参照光を前記光情報記録媒体と同じ角速度および回転方向で回転させつつ前記複数の領域に対して照射されることを特徴とする請求項2または3に記載の光情報記録方法。
- [5] 空間的に変調することで情報を担持した情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光と仮想記録用参照光とをホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた光記録媒体に照射し、照射領域における前記仮想情報光と前記仮想記録用参照光との干渉パターンを情報として記録する光情報記録方法であって、
第1の条件で前記仮想情報光および前記仮想記録用参照光を前記光記録媒体の複数箇所に照射して複数の第1の照射領域を形成して第1の情報群を記録し、
第2の条件で前記仮想情報光および前記仮想記録用参照光を前記光記録媒体の複数箇所に前記第1の照射領域と重畳するように照射して複数の第2の照射領域を形成して第2の情報群を記録することを特徴とする光情報記録方法。
- [6] 前記複数の第1の照射領域は互いに重畳しないことを特徴とする請求項5に記載の光情報記録方法。

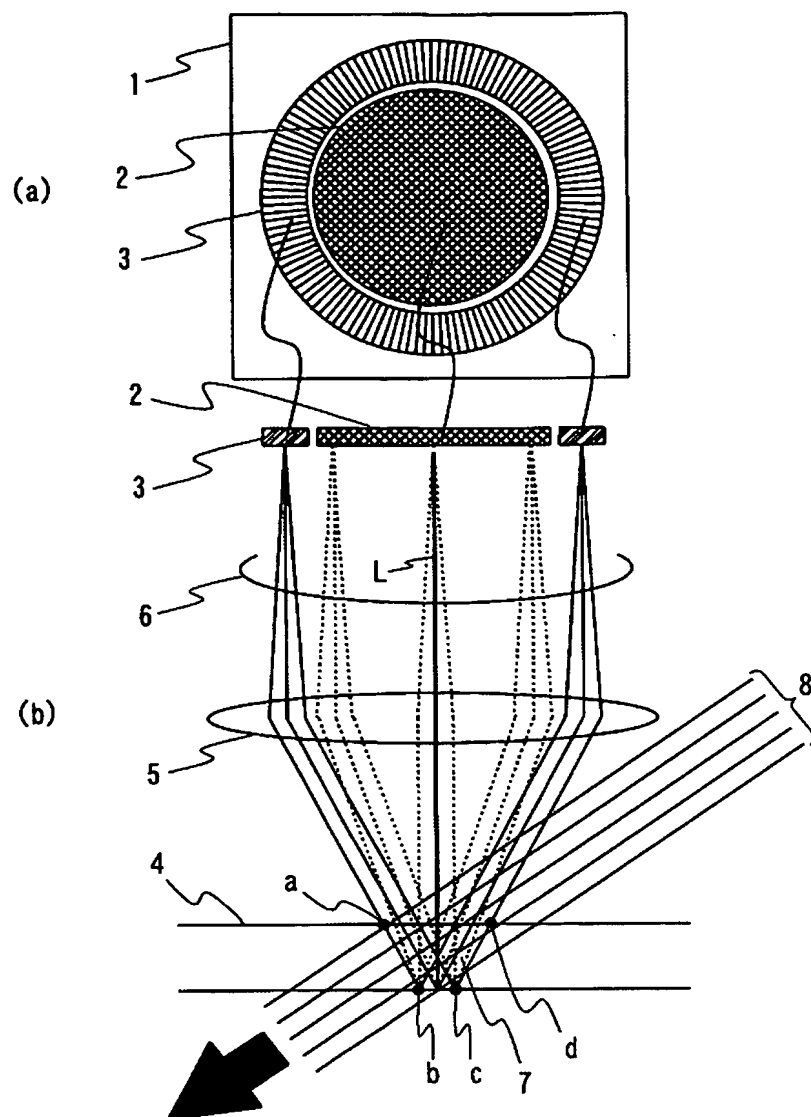
- [7] 前記情報光の光軸と前記記録用参照光の光軸が、同一線上であることを特徴とする請求項1乃至請求項6のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [8] 前記仮想記録用参照光は、平行光であることを特徴とする請求項1乃至請求項7のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [9] 空間的に変調することで情報を担持した情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光と仮想記録用参照光とをホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた第1の光情報記録媒体に照射し、照射領域における前記仮想情報光と前記仮想記録用参照光との干渉パターンを情報として記録された前記第1の光情報記録媒体における記録された情報を第2の光情報記録媒体に記録させる光情報記録方法であって、
前記第1の光情報記録媒体に対して前記仮想記録参照光と同じ条件の仮想再生用参照光を照射し、前記仮想再生用参照光が照射されることによって前記情報記録層より発生される前記仮想情報光を前記第2の光情報記録媒体に照射し、前記仮想情報光の情報光と記録用参照光との干渉パターンを前記第2の光情報記録媒体の情報記録層に記録することを特徴とする光情報記録方法。
- [10] 前記仮想再生用参照光は、前記第1の光情報記録媒体の情報記録層の複数の前記照射領域に対して照射され、前記複数の照射領域から、複数の前記仮想情報光が一度に再生されることを特徴とする請求項9に記載の光情報記録方法。
- [11] 前記仮想再生用参照光は、前記第1の光情報記録媒体の情報記録層の全面に対して照射することを特徴とする請求項10に記載の光情報記録方法。
- [12] 前記仮想再生用参照光は、前記仮想記録参照光と位相共役であることを特徴とする請求項9乃至11のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [13] 前記仮想再生用参照光は、前記第1の光情報記録媒体に対して、前記仮想記録参照光の照射方向と正反対の向きに照射されることを特徴とする請求項9乃至11のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [14] 前記第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される前記仮想情報光を倍率を変更して前記第2の光情報記録媒体に照射することを特徴とする請求項9乃至13のいずれか1項に記載の光情報記録方法。

- [15] 前記第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される前記仮想情報光を第1の焦点距離を有する第1のレンズと第2の焦点距離を有する第2のレンズを介在させて前記第2の光情報記録媒体に照射することを特徴とする請求項9乃至13のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [16] 前記第2の光情報記録媒体の情報記録層に記録された前記仮想情報光の情報光と記録用参照光との干渉パターンは、前記仮想再生用参照光の波長と異なる波長の光によって再生されることを特徴とする請求項14又は15の光情報記録方法。
- [17] 前記第1の光情報記録媒体の方が前記第2の光情報記録媒体よりも大きいことを特徴とする請求項9乃至16のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [18] 空間的に変調することで情報を担持した情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光と第1の仮想記録用参照光とをホログラフィを利用して情報が記録される情報記録層を備えた第1の光情報記録媒体に照射し、照射領域における前記仮想情報光と前記第1の仮想記録用参照光との干渉パターンを情報として記録された前記第1の光情報記録媒体における記録された情報を第2の光情報記録媒体に記録させる光情報記録方法であって、
前記第1の光情報記録媒体に対して前記第1の仮想記録参照光と同じ条件の仮想再生用参照光を照射し、前記仮想再生用参照光が照射されることによって前記情報記録層より発生される前記仮想情報光を前記第2の光情報記録媒体に照射し、且つ前記第2の光情報記録媒体に対し第2の仮想記録用参照光を照射し、前記仮想情報光と前記第2の記録用参照光との干渉パターンを前記第2の光情報記録媒体の情報記録層に記録することを特徴とする光情報記録方法。
- [19] 前記仮想再生用参照光は、前記第1の光情報記録媒体の情報記録層の複数の前記照射領域に対して照射され、前記複数の照射領域から、複数の前記仮想情報光が一度に再生されることを特徴とする請求項18に記載の光情報記録方法。
- [20] 前記第2の仮想記録用参照光は、前記第2の光情報記録媒体の情報記録層において、前記複数の仮想情報光が照射される複数の照射領域に対して照射されることを特徴とする請求項19に記載の光情報記録方法。
- [21] 前記仮想再生用参照光は、前記第1の光情報記録媒体の情報記録層の全面に対

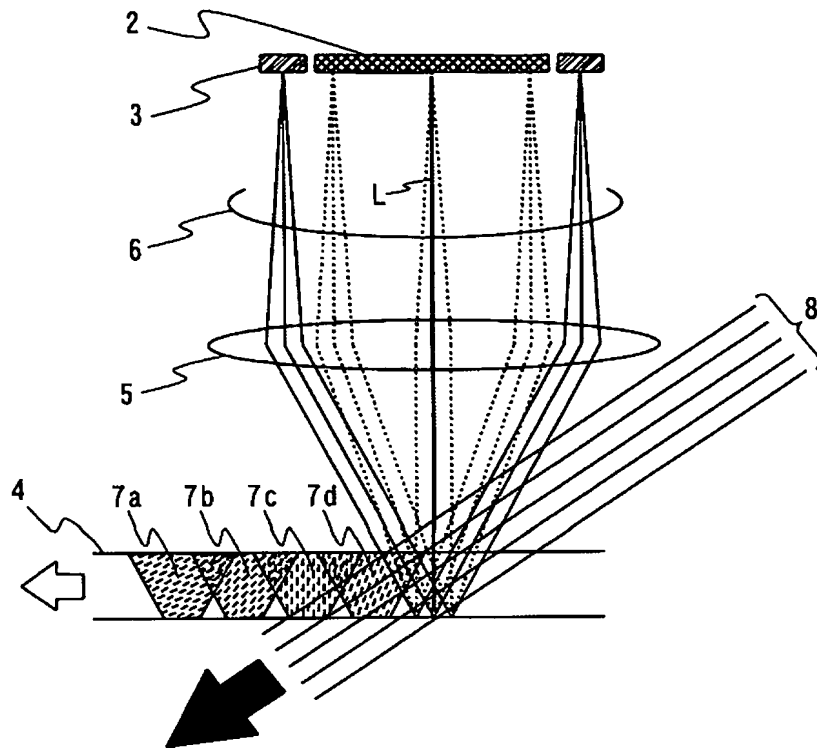
して照射することを特徴とする請求項19に記載の光情報記録方法。

- [22] 前記第2の仮想記録用参照光は、前記第2の光情報記録媒体の全面に対して照射されることを特徴とする請求項21に記載の光情報記録方法。
- [23] 前記仮想再生用参照光は、前記第1の仮想記録参照光と位相共役であることを特徴とする請求項18乃至22のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [24] 前記仮想再生用参照光は、前記第1の光情報記録媒体に対して、前記第1の仮想記録参照光の照射方向と正反対の向きに照射されることを特徴とする請求項18乃至22のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [25] 前記第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される前記仮想情報光を倍率を変更して前記第2の光情報記録媒体に照射することを特徴とする請求項18乃至24のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [26] 前記第1の光情報記録媒体の情報記録層より発生される前記仮想情報光を第1の焦点距離を有する第1のレンズと第2の焦点距離を有する第2のレンズを介在させて前記第2の光情報記録媒体に照射することを特徴とする請求項18乃至24のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [27] 前記第2の仮想記録用参照光は、空間的に変調されていることを特徴とする請求項18乃至26のいずれか1項に記載の光情報記録方法。
- [28] ホログラフィを利用して情報光と記録用参照光とからなる仮想情報光と仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンによって情報が記録されていると共に、前記仮想記録用参照光が照射されたときに、記録されている前記仮想情報光を発生する情報記録層を備えたことを特徴とする光情報記録媒体。
- [29] 前記仮想情報光と前記仮想記録用参照光との干渉による干渉パターンは、前記情報記録層の複数の領域に記録され、前記複数の領域に同一の前記仮想再生用参照光が照射されると、前記複数の領域から前記仮想情報光を発生することを特徴とする請求項28に記載の光情報記録媒体。

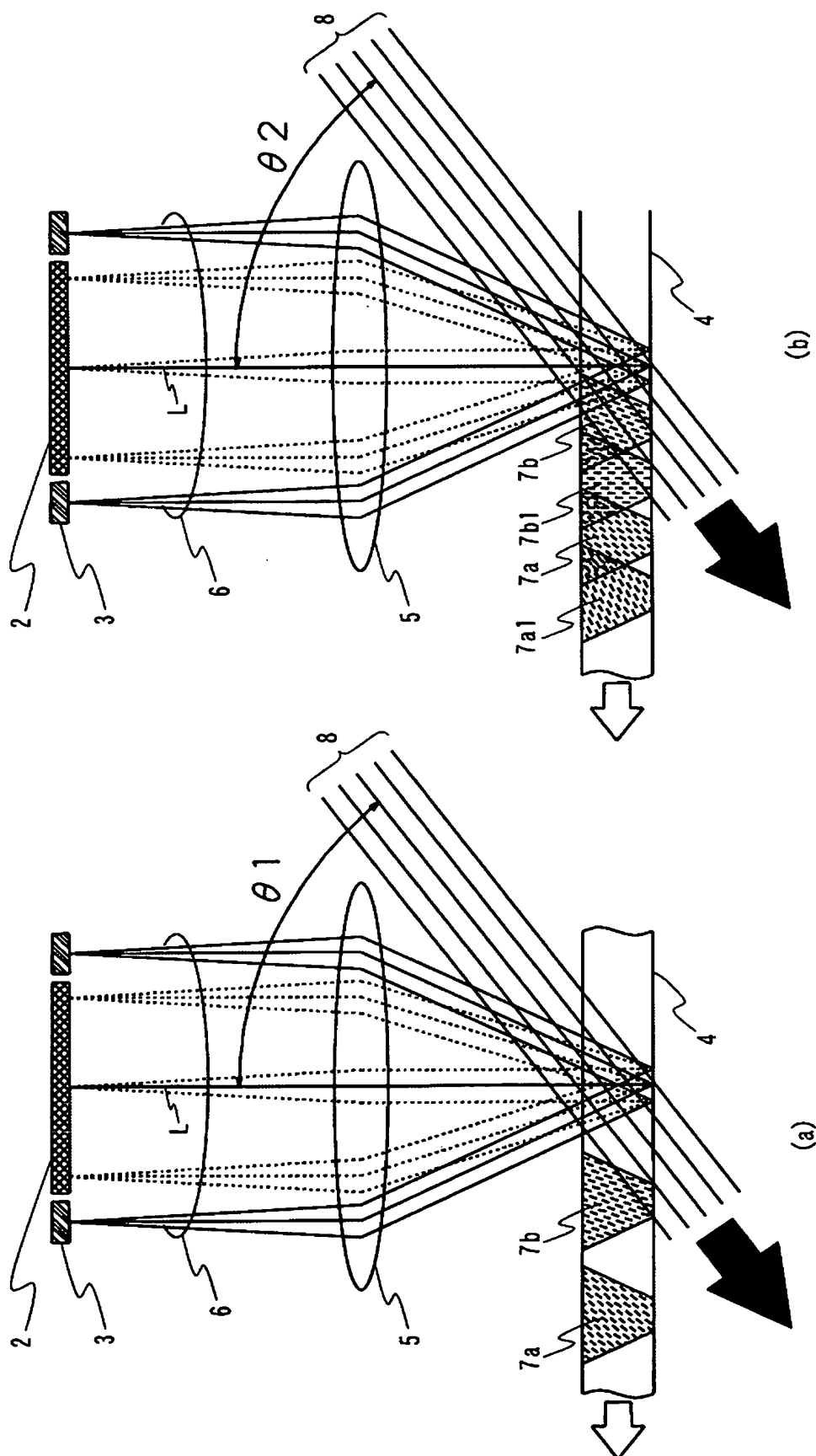
[図1]



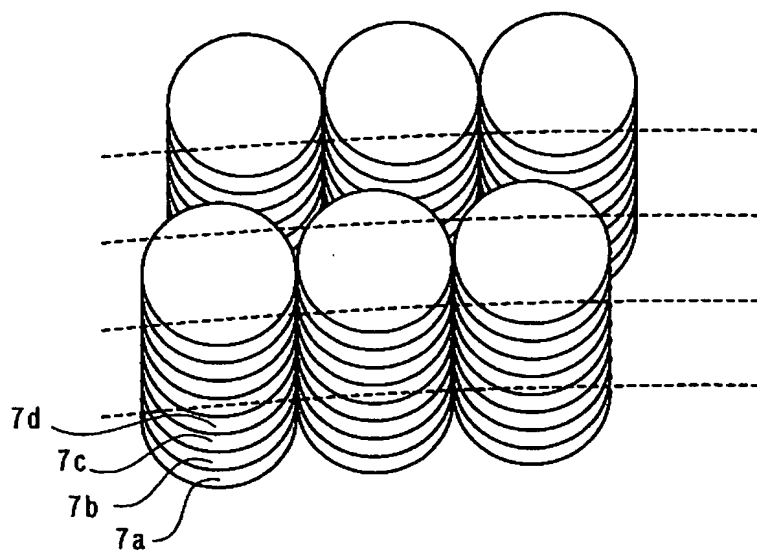
[図2]



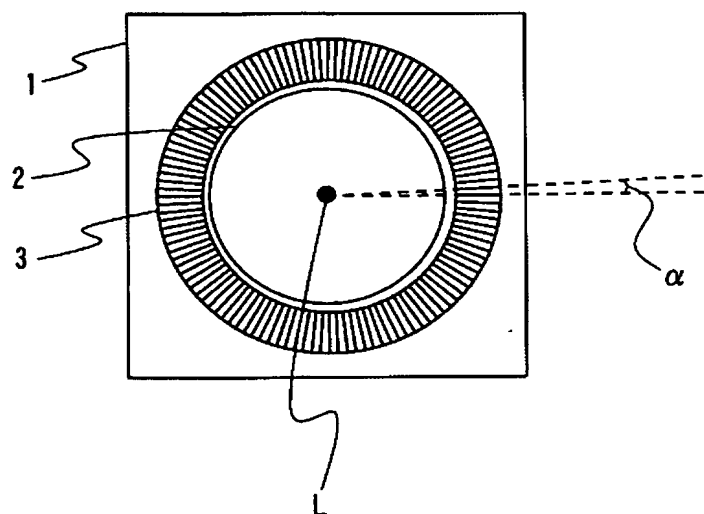
[図3]



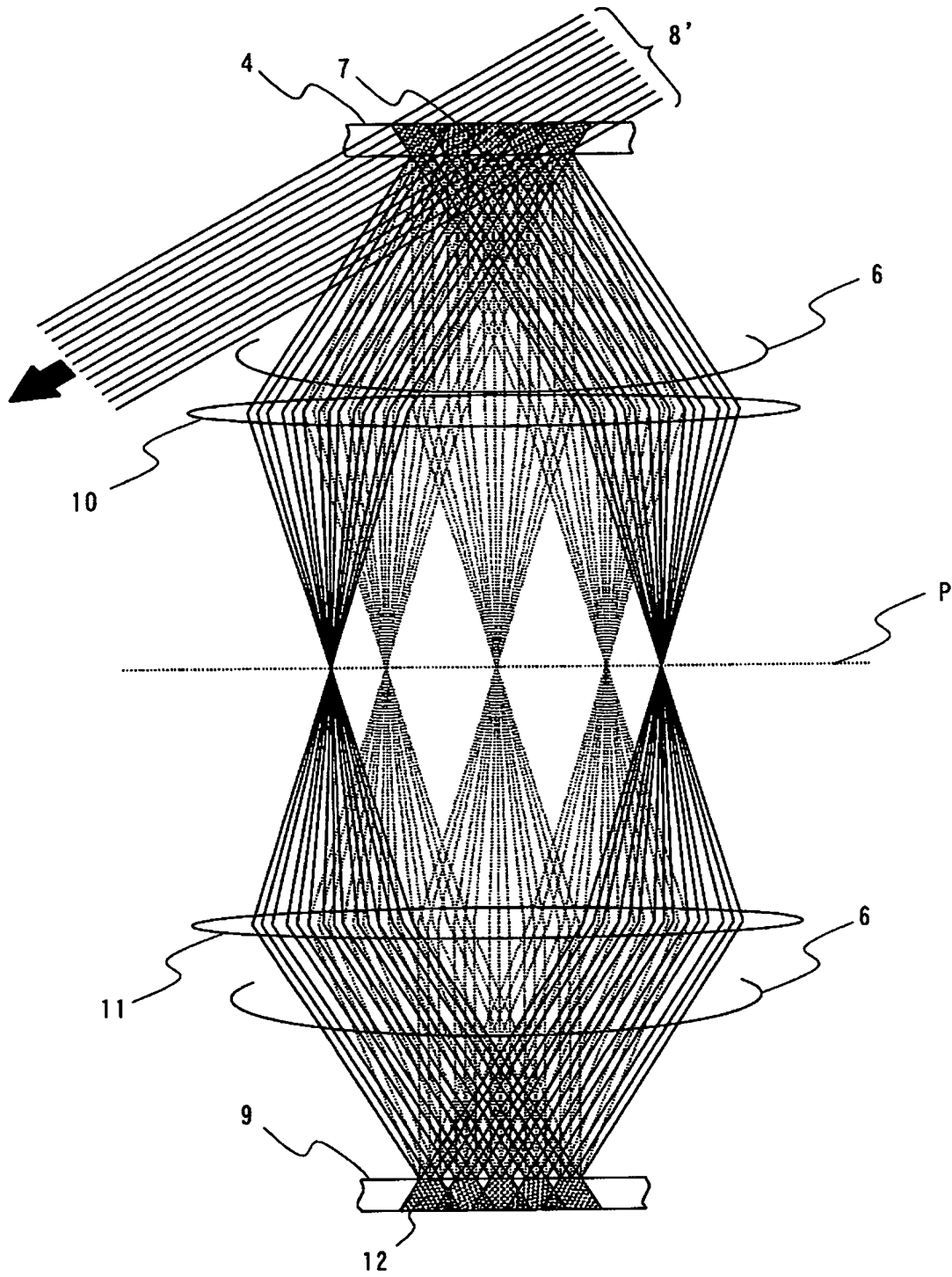
[図4]



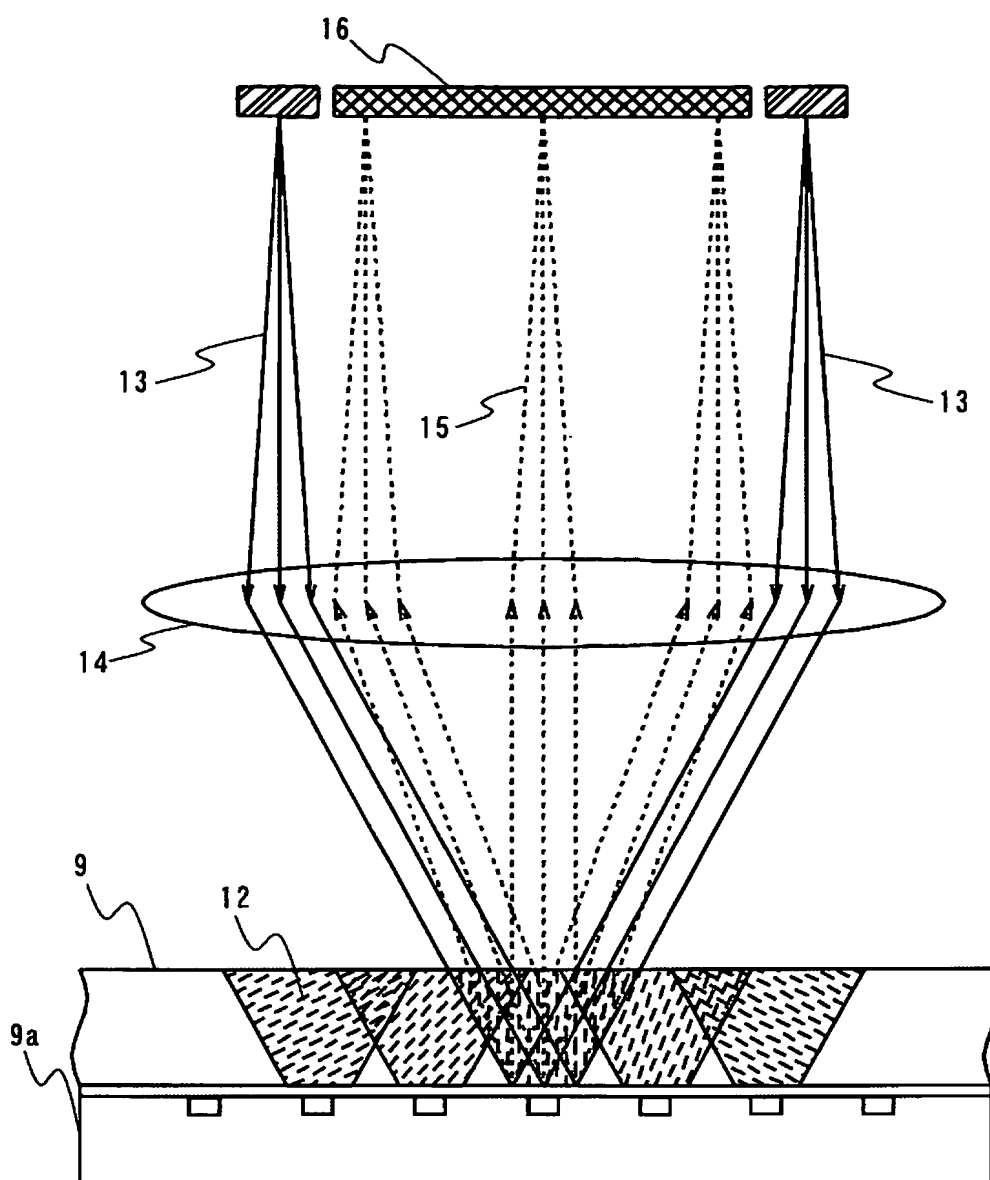
[図5]



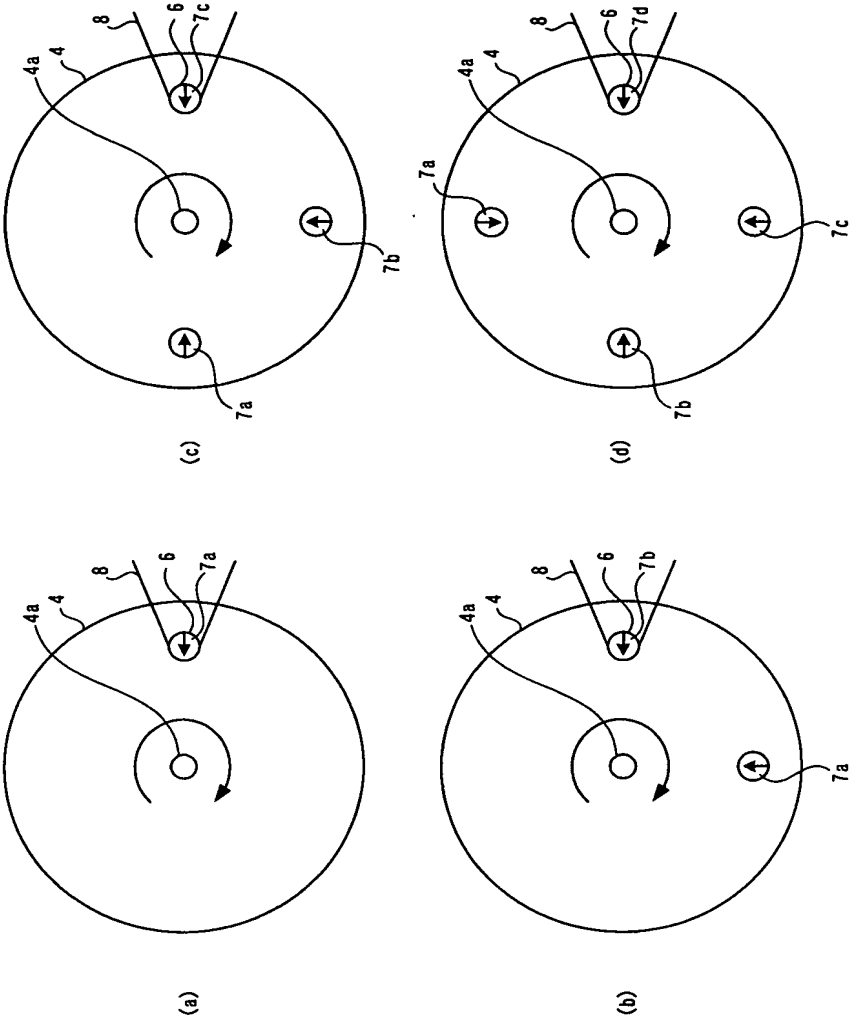
[図6]



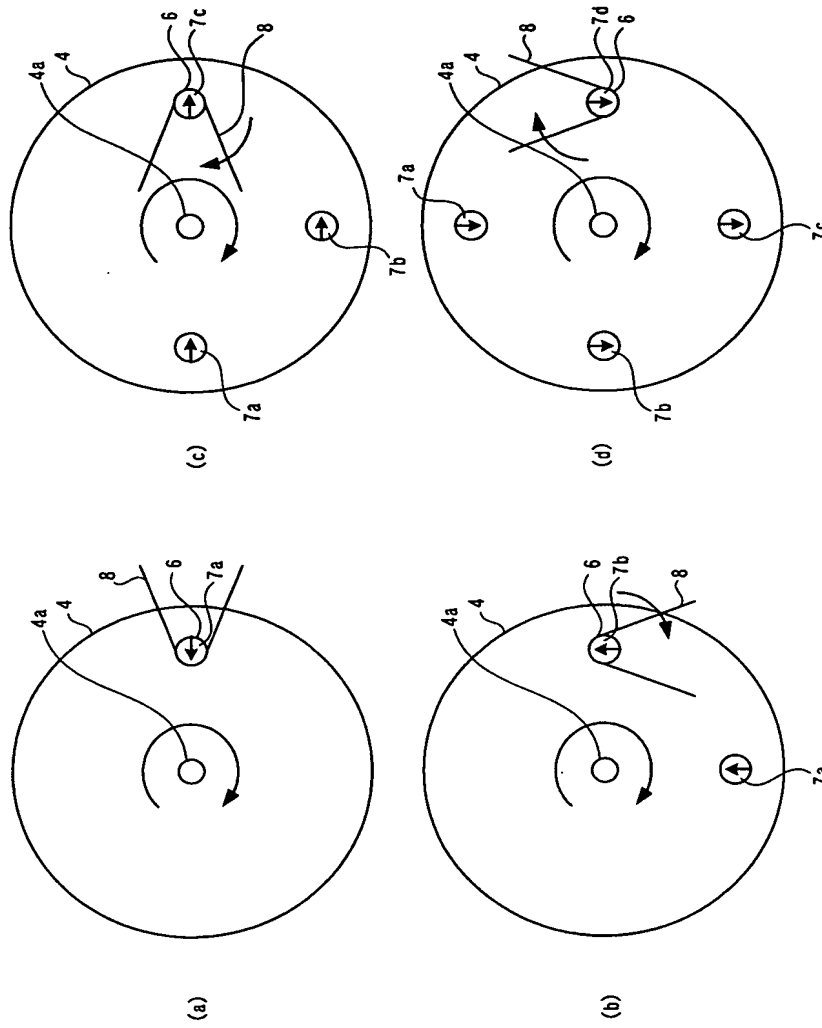
[図7]



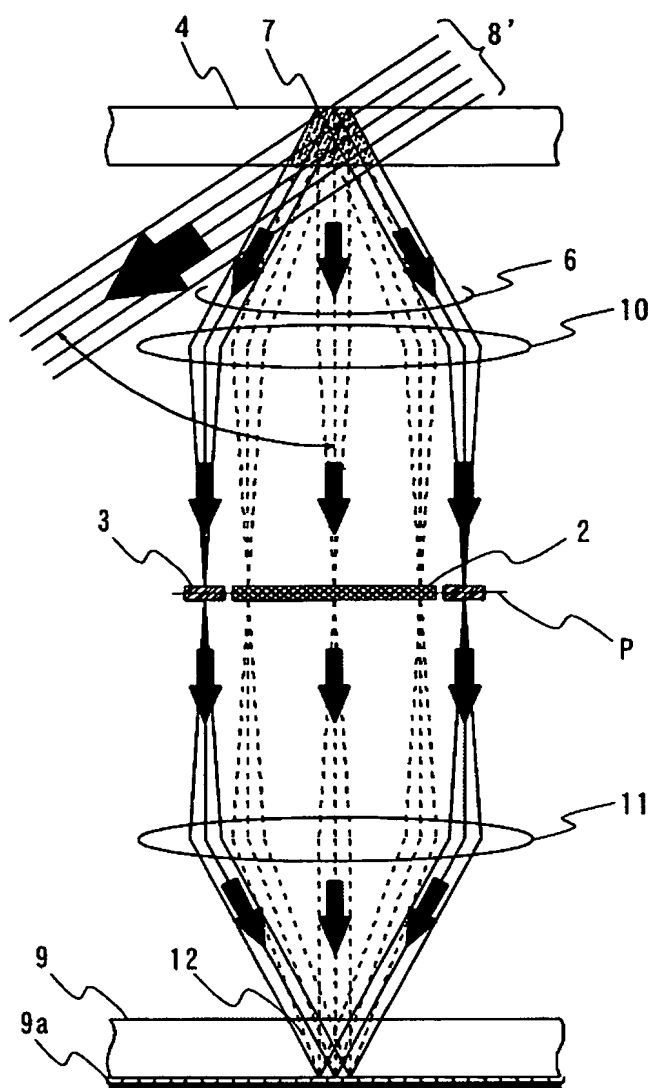
[図8]



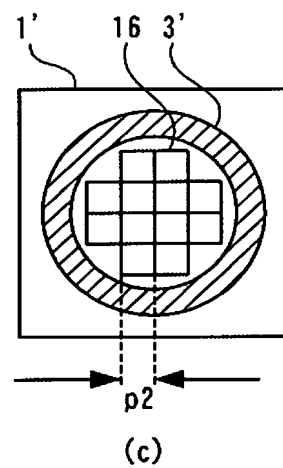
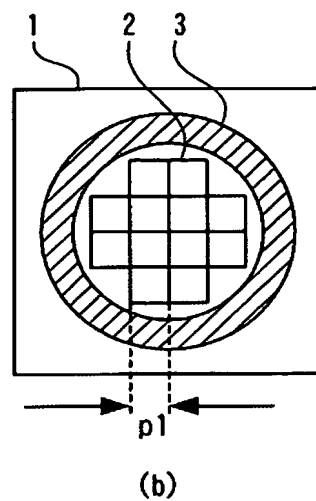
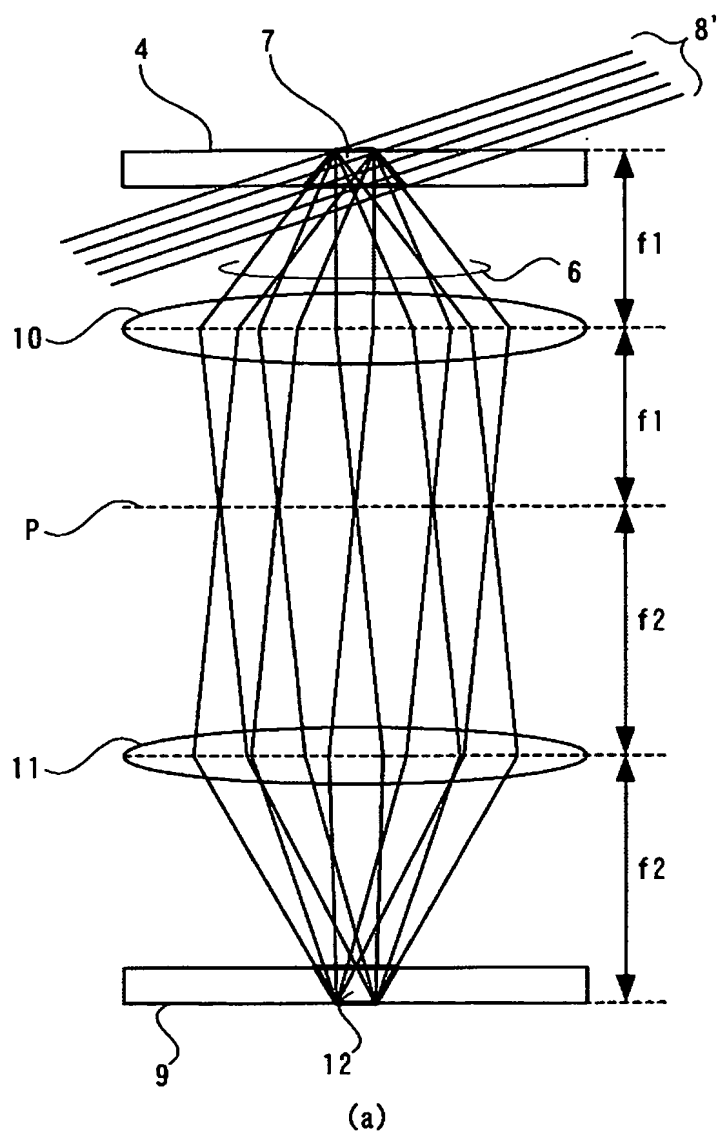
[図9]



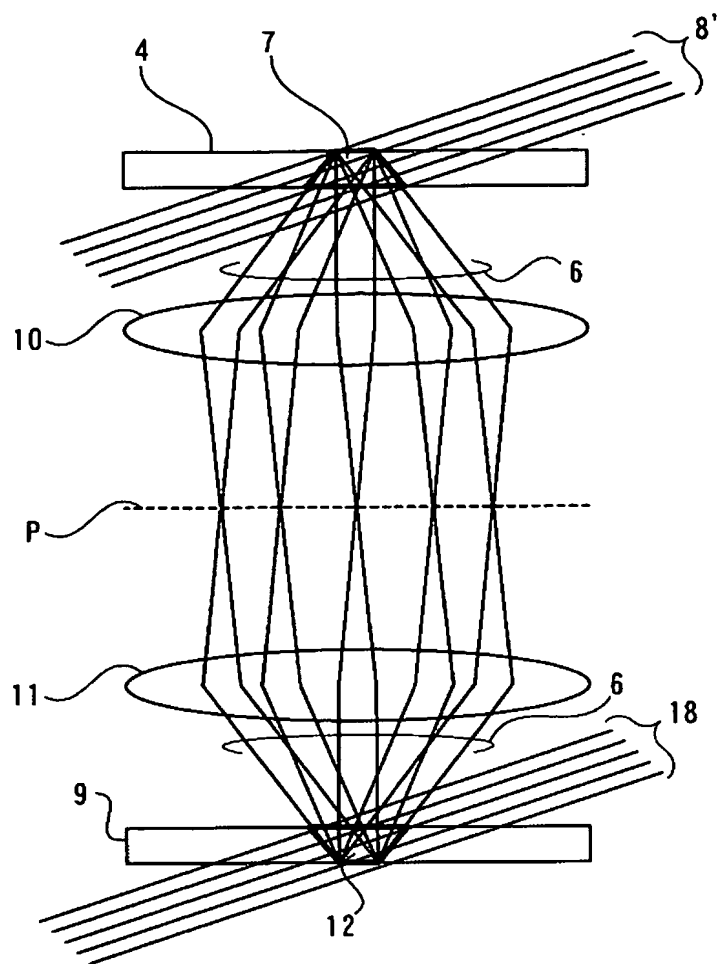
[図10]



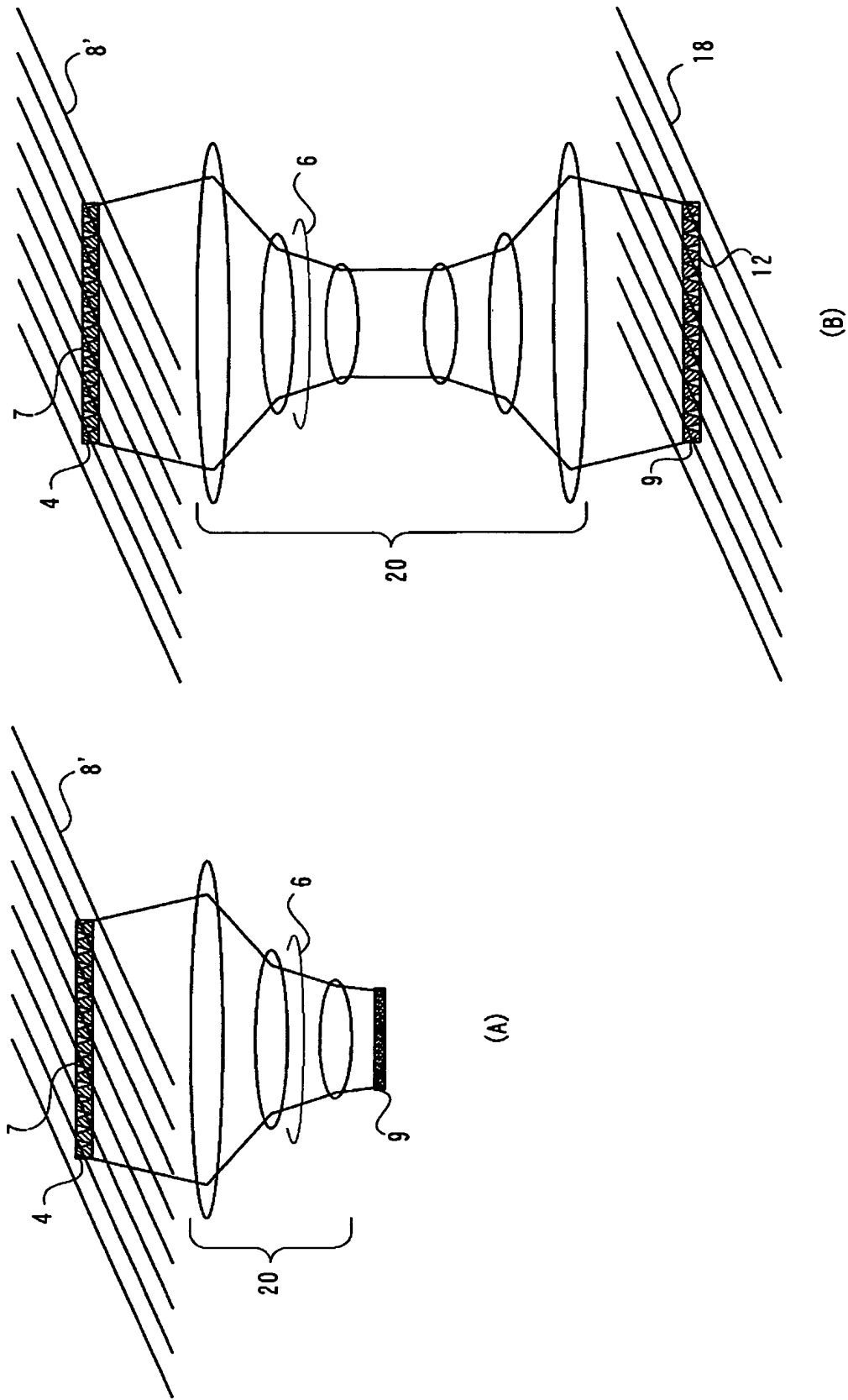
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ G11B7/0065, 7/135, 7/28, G03H1/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ G11B7/0065, 7/135, 7/28, G03H1/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-133845 A (Sony Corp.), 21 May, 1999 (21.05.99), Full text; Figs. 1 to 24 (Family: none)	1-29
A	JP 2002-244537 A (Sony Corp.), 30 August, 2002 (30.08.02), Full text; Figs. 1 to 14 (Family: none)	1-29
P, A	JP 2004-93910 A (Sony Corp.), 25 March, 2004 (25.03.04), Full text; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-29

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

<p>* Special categories of cited documents:</p>	
<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>

Date of the actual completion of the international search
02 February, 2005 (02.02.05)

Date of mailing of the international search report
15 February, 2005 (15.02.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/0065, 7/135, 7/28, G03H 1/04

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G11B 7/0065, 7/135, 7/28, G03H 1/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2005年
 日本国登録実用新案公報 1994-2005年
 日本国実用新案登録公報 1996-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-133845 A (ソニー株式会社) 1999.05.21 全文, 図1-24 (ファミリーなし)	1-29
A	JP 2002-244537 A (ソニー株式会社) 2002.08.30 全文, 図1-14 (ファミリーなし)	1-29

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02.02.2005

国際調査報告の発送日

15.2.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

五貫 昭一

5D

9368

電話番号 03-3581-1101 内線 3550

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	JP 2004-93910 A (ソニー株式会社) 2004. 03. 25 全文, 図1-7 (ファミリーなし)	1-29